

María L. Mendoza

Centro Austral de Investigaciones
Científicas, Conicet, Ushuaia

Las macroalgas marinas bentónicas de la Argentina

Las algas que proliferan en el fondo marino se denominan *macroalgas marinas bentónicas* –‘bentónico’ es todo aquello que vive en contacto con el fondo de un cuerpo de agua–. Son vegetales que crecen adheridos al material que forma la costa o sustrato, y que en general son poco conocidos por los no especialistas pues para verlos es necesario encontrarse en la playa en los momentos de marea baja, cuando el sustrato queda al descubierto. Sin embargo, cuando las plantas forman grandes poblaciones –como los bosques de *Macrocystis pyrifera* o las praderas de *Lessonia nigrescens* o *Durvillaea antarctica*– se las puede observar aun en los momentos de marea alta. A veces, en las playas se observan acumulaciones de macroalgas muertas, denominadas *arribazones*, que fueron arrancadas del mar por el fuerte movimiento del agua y despedidas sobre la costa.

En grandes rasgos, y según los pigmentos que posean los cloroplastos –organelas donde se realiza la fotosíntesis–,

las macroalgas se clasifican en tres grandes grupos: las rojas (*Rhodophyta*), las de color pardo (*Phaeophyta* o *Phucophyta*) y las verdes (*Chlorophyta*) (ver el recuadro ‘Características biológicas de las macroalgas’).

La vida de las macroalgas marinas está condicionada al lugar donde crecen, o *hábitat*, sobre el cual los factores abióticos ejercen un efecto importante. El fotoperíodo, o sea, la duración relativa de los períodos de luz y de oscuridad diarios, es un factor esencial en su vida. En estas plantas, como en las terrestres, los procesos vitales se rigen por la fotosíntesis (ver ‘Agua, carbono, luz y vida’, *CIENCIA HOY*, 27: 41-55, 1994). Sin embargo, no todas las macroalgas necesitan la misma intensidad luminosa para este proceso, ya que esto depende de los pigmentos que posean. Así, las macroalgas verdes, capaces de absorber mucha energía lumínica, abundan en los primeros tramos de la costa. Mientras que a profundidades mayores, donde la penetración de la luz es menor, predominan las macroalgas rojas y pardas.

¿DE QUÉ SE TRATA?

Las macroalgas marinas forman parte del paisaje de los fondos de nuestras costas. Esta vegetación se constituye de diferentes especies, cuyo valor comercial no se halla suficientemente explotado en el país.

La distribución de las macroalgas en las distintas profundidades del litoral se denomina *distribución vertical* o *zonación*. Se relaciona con el equilibrio entre los procesos fotosintéticos y de respiración. En cada lugar de la costa existe un conjunto de condiciones ambientales que permite el crecimiento de determinadas especies. En los niveles ecológicos superiores, el movimiento del agua es un factor importante. En cambio, en las aguas más profundas lo es la intensidad luminosa.

El movimiento periódico de mareas determina distintos sectores en el litoral marítimo. El primer tramo se denomina *supramareal*. Se caracteriza por permanecer generalmente expuesto y es humedecido solo por la salpicadura de las olas o de las mareas extraordinarias. Aquí el desarrollo de las macroalgas marinas es casi nulo; es colonizado principalmente por líquenes, algas azul verdosas o plantas halófitas.



Figura 1. Planta de *Macrocystis pyrifera* y macroalgas rojas calcáreas.



Figura 2. Macroalga parda (*Lessonia*) y rojas calcáreas.

Le sigue el *intermareal* o sector de la costa sometido a los vaivenes de las mareas. En él se distinguen el *intermareal superior*, que queda al descubierto en los momentos de mareas bajas normales. En este nivel abundan los géneros de macroalgas verdes. En las costas argentinas se observan ejemplares de los géneros *Blidingia*, *Cladophora*, *Enteromorpha*, *Monostroma*, *Prasiola*, etcétera.

El *intermareal inferior*, en cambio, solo se descubre los días de mareas muy amplias y en él predominan las macroalgas rojas y pardas. En nuestras costas se encuentran, además de ejemplares de la macroalga verde *Ulva*, abundantes ejemplares de las macroalgas pardas *Adenocystis*, *Corycus*, *Pylaiella*, *Ralfsia*, etcétera. Entre las rojas, *Porphyra*, *Nothogenia*, *Hildenbrandia*, *Ceramium*, *Sarcothalia*, *Corallina*, *Synarthrophyton* (figuras 3, 5 y 6). En el límite inferior de esta zona se presentan, en la costa patagónica, las praderas de *Lessonia* (figuras 2, 7 y 8) y, en algunas localidades de Tierra del Fuego, isla de los Estados e islas Malvinas, también las praderas de *Durvillaea*.

Por último, por debajo de la línea de marea baja, se extiende el sector de costa denominado *submareal*. Solo puede descubrirse la porción superior, esporádicamente, los días de mareas notablemente amplias. En él crecen, en la costa patagónica y en ciertas localidades de Tierra del Fuego, abundantes macroalgas rojas de las familias *Delesseriaceae* y *Corallinaceae*, entremezcladas con abundantes géneros de algas pardas como *Desmarestia*, *Dictyota* y algunos ejemplares de *Macrocystis pyrifera*. También, crecen con los géneros de algas verdes *Bryopsis* y *Codium*, que no se encuentran en el intermareal, y *Ulva*, que presenta una distribución vertical más amplia.

El submareal inferior no queda al descubierto en ningún momento del año. En esta zona, en las costas patagónicas, Tierra del Fuego, isla de los Estados e islas Malvinas aparecen los extensos bosques de *Macrocystis pyrifera* (figuras 1 y 9) y solo en la costa fueguina se observan también los microarrecifales y *Pseudolithophyllum fuegianum* y los bancos calcáreos de *Lithothamnion heterocladum* (figura 4).

Las algas y el movimiento del agua

El movimiento del agua de mar es el resultado de las corrientes marinas, de las mareas y de las olas o marejadas. Se designa con el nombre de *modo del agua* el grado de movimiento, directamente relacionado con el nivel de exposición de la costa, la cual puede ser de modo agitado, tranquilo o intermedio. Las macroalgas marinas, por vivir en el mar, están asociadas al movimiento del agua y, por ello, poseen talos adaptados a él. Un ejemplo notable es la enorme flexibilidad que poseen los talos de las grandes macroalgas pardas—*Lessonia*, *Durvillaea*, *Macrocystis*— que les permiten soportar, a pesar de su tamaño, los fuertes vaivenes del agua (figuras 7 a 9). Además, los talos de *Ma-*



Figura 3. Macroalga roja calcárea (*Synarthrophyton*).

crocytis pyrifera presentan pequeños flotadores en la parte inferior de las expansiones laminares. Esto permite que gran parte de la fronde permanezca en la superficie del agua y así captar la intensidad luminosa necesaria para los procesos de fotosíntesis, mientras que el grampón de fijación se encuentra adherido a unos quince o veinte metros de profundidad. El movimiento del agua juega también un papel importante en la reproducción y la perpetuidad de las especies marinas, ya que las células asexuales y sexuales son transportadas por el agua de mar para la fecundación o la adhesión al sustrato.

Distribución geográfica de las principales macroalgas en la Argentina

La distribución geográfica de las especies de macroalgas está estrechamente relacionada con la temperatura del agua de la costa. En nuestras costas se presentan tres zonas de masas de aguas: una de convergencia, con aguas templadas, que corresponden a las playas de las provincias de Buenos Aires y Río Negro. Otra de aguas suban-

tárticas—desde los 42° hasta los 25°S—, que comprende las aguas patagónicas, islas Malvinas, isla Grande de Tierra del Fuego e islas del Atlántico Sur, región donde la temperatura del agua es baja pero no llega al punto de congelación. Por último, las aguas del sector antártico, que permanecen congeladas la mayor parte del año.

La diversidad de las masas de agua en nuestras costas posibilita la presencia de diferentes ambientes marinos, cada uno de estos con una exuberante y variada vegetación marina bentónica. En nuestras costas se describieron cuatro provincias fitogeográficas: la provincia uruguayo-bonaerense, la patagónica, la fueguina y la antártica (figura 10). En las tres últimas se registró la presencia de especies con alto número de individuos, característica típica de los componentes florísticos de las regiones de aguas frías. Estas provincias se distinguen también por la presencia de ejemplares de tamaño considerablemente grande: *Macrocystis*, 35 metros o más de largo, *Lessonia* y *Durvillaea*, hasta 5 y 10 metros, respectivamente.

La vegetación marina de la provincia oceánica patagónica se caracteriza, fundamentalmente, por la presencia de los grandes bosques de *Macrocystis pyrifera*, las praderas de *Lessonia*, la abundancia de ejemplares de las familias *Delesseriaceae* y *Ceramiceae*, y el marcado dominio de la macroalga calcárea erecta *Corallina officinalis*.



Figura 4. Macroalga roja calcárea (*Lithothamnion heterocladum*)

La composición florística de la provincia oceánica fueguina se distingue por la presencia de los bosques de *Macrocystis pyrifera*, las praderas de *Lessonia* y *Durvillaea*, los microarrecifales de *Pseudolithophyllum fuegianum* y los bancos calcáreos de *Lithothamnion heterocladum*, mientras que la vegetación marina de la provincia oceánica antártica se diferencia por la presencia de las grandes plantas de *Himantothallus grandifolius* y *Cystosphaera jacquinotti*, además de otros taxones.

Las macroalgas en la vida cotidiana

La utilización de las macroalgas en la dieta alimentaria humana data de tiempos inmemoriales. En la actualidad, algunas especies se emplean como materia prima para elaborar diferentes coloides, como el agar, los carragenanos y el alginato. Gracias a sus propiedades fisicoquímicas, estas sustancias actúan como agentes gelificantes, espesantes y estabilizadores. Se obtienen exclusivamente de las macroalgas; no existen por el momento equivalentes sintéticos. En la industria textil se utilizan para imprimir el color en las telas. También se usan en el tratamiento del papel, del vidrio y en la elaboración del barniz. La industria alimentaria recurre a ellas para elaborar cremas, helados, postres lácteos, yogures, flanes, batidos de chocolates, dulce de leche y de batata, confituras, gelatinas dietéticas, sopas, jugos de frutas, en la preparación de papillas para bebés, etcétera. En estos últimos años, el carragenano es empleado en la elaboración de los productos derivados de la carne, envasados o embutidos, pues les proporciona la consistencia necesaria cuando el contenido de grasa es bajo.



Figura 5. Macroalgas verdes mezcladas con rojas y pardas.



Figura 6. Macroalga verde (*Ulva*), parda (*Adenocystis*) y roja (*Sarcothalia*).

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LAS MACROALGAS

El tamaño de las macroalgas marinas es diverso. La longitud de la mayoría de los especímenes de las costas argentinas varía desde los 7 hasta las 50cm, aunque existen otros ejemplares más pequeños –como *Prasiola*, de 1cm– y otros que llegan a los 35m, como *Macrocystis pyrifera* (figura I).

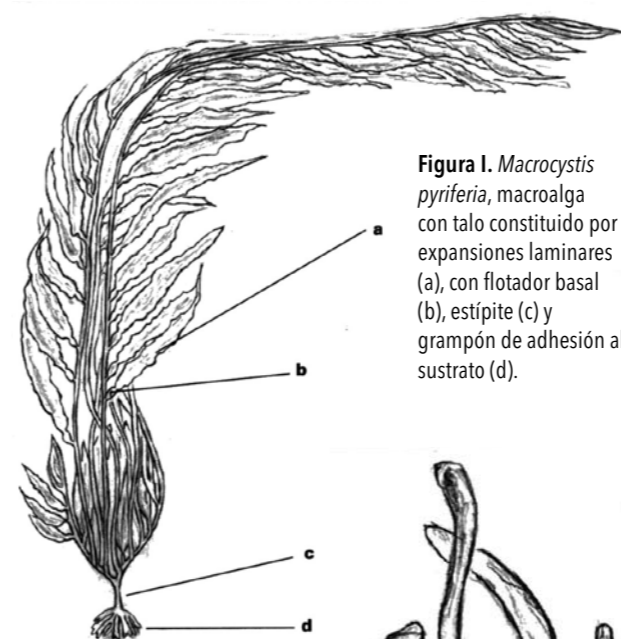
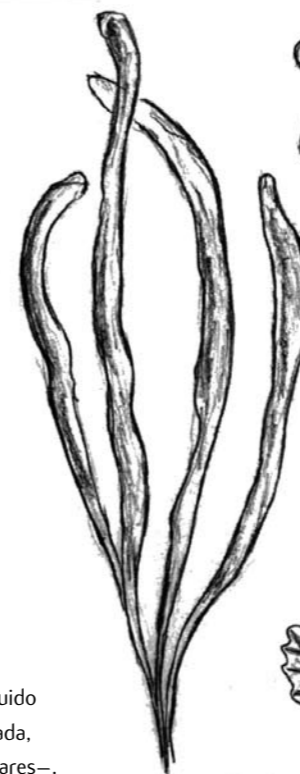


Figura I. *Macrocystis pyrifera*, macroalga con talo constituido por expansiones laminares (a), con flotador basal (b), estípite (c) y grampón de adhesión al sustrato (d).

Figura II. *Enteromorpha prolifera*, macroalga con talo tubular, adherido al sustrato por rizoides.



El cuerpo vegetativo de las macroalgas, en el que no se diferencian raíz, tallo u hojas, se denomina *talo*. En algunas macroalgas el talo es filamentos –formado por una fila de células simples– o de tipo sifón –constituido por una célula muy larga, ramificada, multinucleada y sin tabiques celulares–. En otras, el talo es tubular –hueco, en forma de tubo alargado (figura II)–, esférico, laminar (figuras I y III) o foliar (figura IV). La superficie puede ser lisa o con nervios. Su consistencia puede asemejarse a la de una membrana, al papel, ser dura como el cartón o el cuero o bien gelatinosa. En algunas macroalgas, las paredes internas de las células del talo están totalmente recubiertas por carbonato de calcio. Estas

macroalgas calcáreas están representadas solo por ejemplares del orden *Corallinales* (*Rhodophyta*) (figuras 1 a 4 del texto central).

El talo se adhiere al sustrato a través de distintas estructuras: rizoides, un pequeño disco basal de 0,3 a 2cm de diámetro (figura III) o un conjunto de prolongaciones cilíndricas, bifurcadas y entrelazadas que forman un pequeño grampón (figura I). Algunas especies de macroalgas necesitan un determinado sustrato, mientras que otras no presentan preferencias. La mayoría de las especies crecen sobre fondos duros, sólidos, con preferencia sobre piedras o rocas. Estas especies se denominan *saxícolas* o *epilíticas*. Otras se adhieren a las valvas o al caparazón de los invertebrados marinos –moluscos, cangrejos, centolla, etcétera– y se las conoce con el nombre de *epizoicas*. Por último, las *epifitas* son aquellas que se fijan sobre los talos de otras macroalgas.

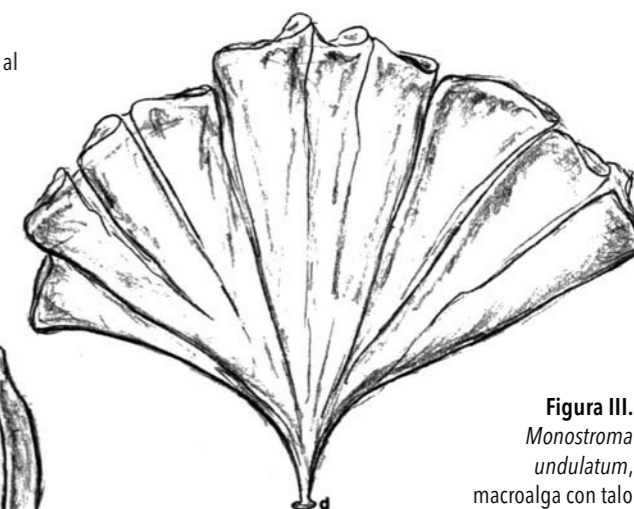


Figura III. *Monostroma undulatum*, macroalga con talo laminar adherido al sustrato por un pequeño disco (d).



Figura IV. *Phycodrys quercifolia*, macroalga con talo foliar con nervadura central y nervios laterales.

Los productos derivados de las macroalgas ocupan también un lugar de preferencia en cosmetología, ya que se utilizan en la preparación de cremas de belleza, reductoras o para afeitar, champús, pasta y gel dental, etcétera. Además, son empleados en la cobertura de algunos medicamentos y, en odontología, como horma en la toma de las impresiones dentales, así como el agar es parte fundamental en los medios de cultivos bacteriológicos. Por otra parte, por su alto contenido de proteínas y minerales, las macroalgas son utilizadas en la elaboración de dietas balanceadas para animales y en fertilizantes foliares o del suelo. Debido a su elevado contenido de carbonato de calcio –del 70 al 90% del peso seco total de la planta– las macroalgas rojas calcáreas son usadas para corregir la acidez de los suelos y también en la elaboración de prótesis.

En medicina, sobre todo en la medicina naturista, la utilización de las macroalgas ocupa un lugar importante. Se les atribuyen diversas virtudes curativas, ya que suministran al organismo diferentes minerales, y se las emplea en talasoterapia –uso terapéutico del agua, aire o productos marinos– y en tratamientos para adelgazar. Finalmente, por sus hermosas formas, diferentes colores y aspectos variados muchas macroalgas se destinan a la decoración, a la realización de cuadros, tarjetas postales señaladores, lámparas, bandejas, posavasos, etcétera.

En las costas argentinas existen macroalgas de elevado interés económico. Se explotan comercialmente *Gracilaria* –para la producción de agar–, *Gigartina* –en la preparación de carragenanos–, *Macrocystis*, *Porphyra* y, en menor canti-

dad, *Ulva* y *Lessonia*. Los grandes bosques de *Macrocystis pyrifera*, que se encuentran desde los 42°S hasta incluso en el canal Beagle, las praderas de distintas especies *Lessonia*, en la costa patagónica, Tierra del Fuego, isla de los Estados, y las de dos especies de *Durvillaea*, exclusivas de las costas de Tierra del Fuego, isla de los Estados e islas Malvinas, son un potencial de relevante importancia económica pues estas especies de macroalgas pardas constituyen una materia prima para fabricar alginato. En algunos países son también aprovechadas para condimentar las comidas, reemplazar los vegetales o las carnes, en la preparación de harinas alimentarias y en la elaboración de fertilizantes.

Mientras que las macroalgas rojas *Gigartina skottsbergii* y *Sarcothalia*, comunes en las costas patagónicas y de Tierra del Fuego, se utilizan como materia prima para producir carragenano, los bancos calcáreos de *Lithothamnion heterocladum*, en el canal Beagle, no fueron aún explotados. Las macroalgas verdes *Monostroma* y *Ulva* –esta última también conocida con el nombre vulgar de ‘lechuga de mar’ o ‘luce verde’– y las rojas *Porphyra*, llamada vulgarmente ‘nori’ o ‘luce rojo’, que también proliferan en nuestras costas, se emplean en dietas naturistas, actualmente muy difundidas.

Pero la cosecha de las poblaciones de macroalgas debe estar avalada por un profundo conocimiento científico y técnico, pues se debe evitar tanto la destrucción de este recurso natural renovable como la de los recursos marinos vecinos, ya que las poblaciones de macroalgas constituyen un refugio físico y una zona de cría para diversos invertebrados y peces marinos. Consideremos, además, que

Figura 7. Praderas de *Lessonia* (límite del intermareal inferior del canal Beagle).



Figura 8. Macroalga parda (*Lessonia*) y verdes.

toda extracción o cosecha produce un desequilibrio en la naturaleza, el cual debe ser reconocido para ser corregido. En toda utilización de los recursos naturales renovables debe prevalecer un verdadero equilibrio entre el potencial recuperador del recurso y el monto de extracción anual, con el objetivo de no poner en riesgo estos bienes y evitar un desastre ecológico.

La biodiversidad de las macroalgas en nuestro país

Se citan muchas especies macroalgales en nuestras costas pero, en realidad, no se conoce la correcta clasificación de todos los ejemplares. Los estudios sobre flora marina son escasos e insuficientes, y no alcanzan para dar una idea clara de la diversidad algal de nuestras costas. Botánicos europeos realizaron los primeros trabajos acerca de



Figura 9. Plantas de *Macrocystis pyrifera*.

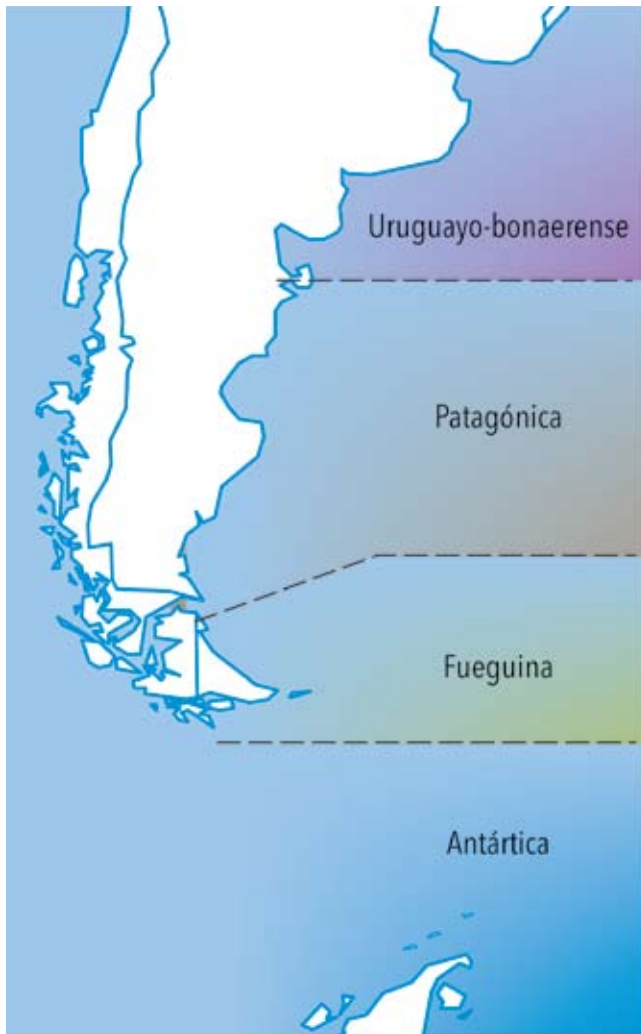


Figura 10. Provincias fitogeográficas argentinas.

este tema, a fines del siglo XIX o principios del XX. Estos naturalistas estudiaron el material recolectado por las expediciones extranjeras que recorrieron, preferentemente, las costas de Tierra del Fuego y el sector antártico.

En esos años el estudio de las macroalgas se basaba, casi exclusivamente, en la morfología de los ejemplares. Además, algunas descripciones se efectuaron sobre ejemplares estériles, o sobre un único ejemplar. Estas

descripciones son, por lo tanto, incompletas e imprecisas, y no permiten señalar con exactitud a qué género o especie pertenecen. Para clasificar con exactitud las especies, es necesario conocer la organización anatómica, la citología, la forma de reproducción, el comportamiento ecológico y, en algunos casos, la biología molecular de los ejemplares.

Asimismo, las primeras plantas recolectadas en nuestras costas, como es obvio, están depositadas en los herbarios europeos, donde trabajaban los botánicos extranjeros. Estas instituciones –con la intención de preservar y resguardar esos especímenes, únicos y de alto valor científico– no las facilitan en calidad de préstamo para su reestudio. Esto impide la correcta clasificación de las primeras plantas recolectadas en nuestro país. Carecer de estos ejemplares es un serio impedimento que retrasa y dificulta la tarea de investigación acerca de las macroalgas. Es necesario y esencial conocer, en primer término, la correcta clasificación de los especímenes antes de efectuar trabajos ecológicos, estadísticos, cladísticos o de biología molecular. Una mala identificación del material conduce, involuntariamente, a obtener resultados erróneos.

A partir de 1960, varios fitólogos argentinos comenzaron a estudiar las macroalgas de nuestro país. En macroalgas pardas se conoce la labor de Asensi, Cabrera y Scrozati. De las verdes se ocuparon Boraso, Cáceres, Leonardo y Parodi. Y de las Rojas, Casas, Mendoza, Pateroster, Piriz y Pujals. En cambio, las primeras investigaciones ecológicas y fitogeográficas fueron efectuadas por O Kühnemann. Esta labor, comenzada con gran entusiasmo, en el presente está prácticamente interrumpida pues algunos de los fitólogos mencionados cesaron en sus actividades, mientras que otros emigraron.

Los problemas económicos obligan a postergar los proyectos de ciencias básicas. Urge y es necesario dar prioridad a los planes de ciencias aplicadas. Pero en realidad es difícil separar las investigaciones básicas de las aplicadas. Estas líneas de investigación están relacionadas entre sí. Muchos de los proyectos de ciencias aplicadas surgen y son realizados sobre la base de los resultados obtenidos en las investigaciones básicas. **CH**

LECTURAS SUGERIDAS

KÜHNEMANN O, 1972, 'Bosquejo fitogeográfico de la vegetación marítima del litoral argentino', *Physis*, 31: 117-142.

PAPENFUSS GF, 1964, 'Catalogue and bibliography of antarctic and subantarctic benthic marine algae', *Antarctic Research Series American Geophysical Union*, 1: 1-76.

PUJALS C, 1963, 'Catálogo de *Rhodophyta* citada para la Argentina', *Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales 'Bernardino Rivadavia' Ciencias Botánicas*, 3 (1).